

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN SIMON

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIAS

DEPARTAMENTO DE FISICA



LABORATORIO DE FISICA BASICA I

PRACTICA EXAMEN

CONSERVACION DE LA ENERGIA MOVIMIENTO DE TRASLACION Y ROTACION DE UNA ESFERA EN UN PLANO INCLINADO

SEMESTRE: 2-2021

DOCENTE: JORGE DAVALOS BROZOVIC

AUXILIAR: WILY LUNA ALVAREZ

ESTUDIANTE: CHRISTIAN RODRIGO CAMATA FERNANDEZ

CARRERA: LICENCIATURA EN FISICA

OBJETIVOS:

-Verificar experimentalmente el principio de conservación de la energía para una esfera que se mueve sobre un carril inclinado.

TEORIA:

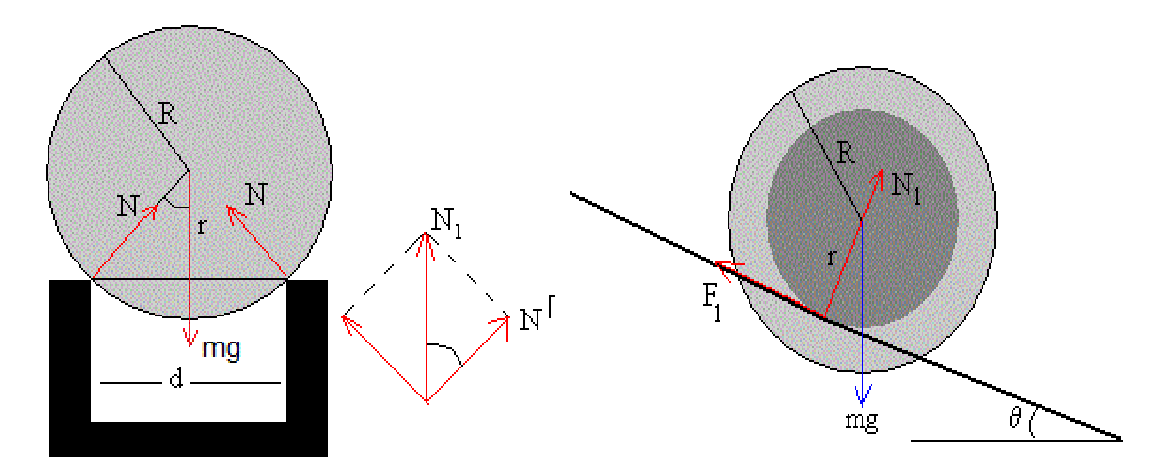
Para este experimento se empleó los siguientes teoremas principales:

CONCEPTO DE ENERGIA EN FISICA:

Es la capacidad de un cuerpo para realizar un trabajo y o producir cambios en otros cuerpos, presente en cualquier sistema físico, presentando una fuerza que actúa en un intervalo de distancia. La energía puede presentarse como energía potencial o energía cinética, en sistema internacional esta expresada en "Julios" (J)

MOVIMIENTO DE RODAR EN UN PLANO INCLINADO:

Se estudia el movimiento de un cuerpo solido en forma de esfera realizado en un plano inclinado, presentado en contacto sobre un carril en dos puntos de tacto presentando por ende dos fuerzas de rozamiento "F_r" en dirección del carril y dos reacciones normal "N" perpendicular al punto de tacto al carril que pasa por el centro de la esfera, presentando su diagrama de cuerpo libre en el instante que se lo pone en tacto en las siguientes imágenes:



Fuente: http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica3/solido/rodar_3/inclinado_horizontal.html

Donde:

El peso es mg $(masa \times gravedad)$.

"r" corresponde a la distancia, que contiene un punto medio del plano entre las dos vías del carril al centro de la esfera.

"R" es el radio de la esfera.

"d" es la distancia contenida en el plano entre las dos vías del carril.

"F_1" la fuerza resultante de las fuerzas de rozamiento.

"N_1" resultante de las reacciones normal

"θ" corresponde a la medida del ángulo de inclinación de la rampa.

Denotando las ecuaciones teóricas para el movimiento de la esfera:

$$N_1 = m\,g\,cos\theta \qquad m\,g\,sin\theta - F_1 = ma_c$$

$$F_1\,r = I_c\,a \qquad a_c = a\,r \quad \rightarrow \quad r^2 = R^2 - \frac{d^2}{4}$$

"I_c" correspondiente a la inercia de la esfera.

"a_c" es la aceleración presente del centro de masa.

$$I_c = \frac{2mR^2}{5} \qquad \therefore a_c = g sin\theta \, \frac{5-\frac{5d^2}{4R^2}}{7-\frac{5d^2}{4R^2}}$$

Al tratar de considerar un sistema de energía conservativo se presenta la "Condición de rodar sin deslizar", que menciona que se presenta siempre que la fuerza de rozamiento máxima $F_r < \mu_c N$.

Formando un balance energético donde la esfera rueda sin deslizar, cuando llega al límite del plano inclinado de longitud "x" la velocidad del centro de masas "v_0" se considera como:

$$v_0{}^2 = 2a_c x \quad \rightarrow \quad v_0{}^2 = 2g sin\theta \, \frac{5-\frac{5d^2}{4R^2}}{7-\frac{5d^2}{4R^2}} \, x$$

Considerando que la esfera baja rodando sin deslizar en tanto la energía potencial de la esfera se transforma en energía cinética de traslación y de rotación en un punto respecto de "x" generando que:

$$m\ g\ x\ sin\theta = \frac{1}{2} m v_0{}^2 + \frac{1}{2}\ I_c w_0{}^2$$

$$v_0 = w_0 r \rightarrow w_0{}^2 = \frac{v_0{}^2}{r^2}$$

Mencionando que para este movimiento la energía mecánica total corresponde a:

$$E = -m\ g\ x\ sin\theta + \frac{1}{2} m v_0{}^2 + \frac{1}{2}\ I_c w_0{}^2$$

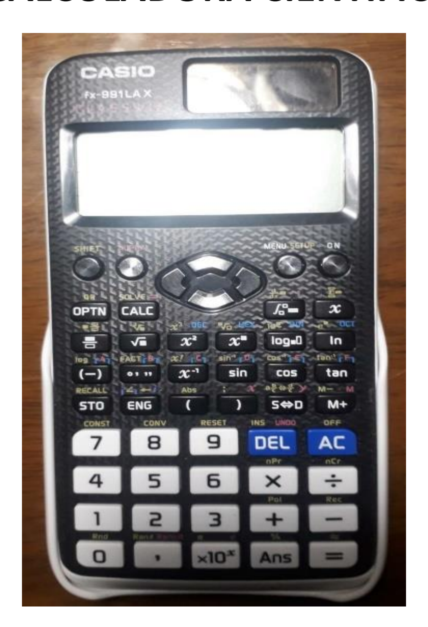
$$E = -U + KT + KR$$

Denotando que es un sistema conservativo cuando la energía mecánica es equivalente a 0, respecto al valor "x".

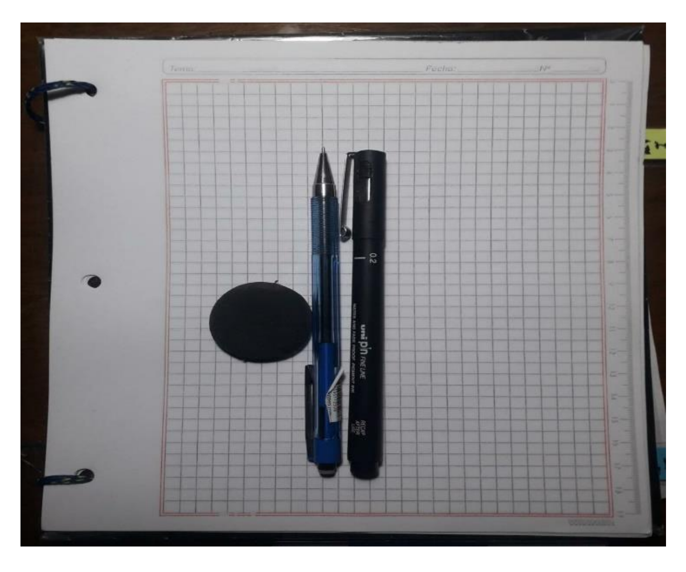
Mencionadas ecuaciones empleadas para deducir si el sistema de movimiento estudiado en esta práctica, corresponde a uno de energías conservativas.

MATERIALES Y PROCEDIMIENTO:

-CALCULADORA CIENTIFICA



-CARPETA DE LABORATORIO, LAPIZ, BORRADOR, MICROPUNTA



PROCEDIMIENTO:



Se quiere determinar si la energia de un sistema de movimiento de un cuerpo esferico solido que desciende por un carril desde el reposo por accion de la gravedad en un plano inclinado es conservativa o no conservativa, cuyos datos de partida son dispuestos por el docente de este curso, que los determino en un esquema de montaje (imágenes en anexos) donde se aprecia 10 datos de posicion recorrida (marcada por una regla en escala de centimetros) respecto al tiempo (imágenes tomadas en rafaga con lapso de tiempo entre foto de 0,05 segundos), tambien dispone el valor de $\theta = 2°$, asi como medida del diametro y la distancia entre los dos carriles con el instrumento de medida Calibrador de vernier.





De esta forma obteniendo los valores de "R","d","r" para deternibar los valores de $v_0{}^2$y $w_0{}^2$en funcion de la variable "x" para las distintas medidas del plano inclinado, la energia potencial de misma forma ya se presenta en funcion de "x" por

lo que, se remplaza los valores mencionados en la ecuacion teorica de las energias presentes en el movimiento, obteniendo sus valores respecto a “x”, mencionando que el resto de valores corresponden a constantes.

Asi mismo se elabora una tabla para los valores principales presentando la energia cinetica de traslacion (KT), la energia cinetica de rotacion (KR) y la energia potencial (U) donde se determina que la energia mecanica total (E) es decir la sumatoria de las energias previamente mencinadas, determinando que para todos los puntos de medida es equivalente a “0”.

Por tanto se deduce que la energia expresada en el movimiento es conservativa, se concluye realizando y analizando los graficos de los valores de energia respecto a la distancia del plano inclinado.

REGISTRO Y ANALISIS DE DATOS:

Se tiene los datos de partida donde las medidas del diametro de la esfera "D" y la distancia de separacion de las vias del carril "d" realizadas por un Calibrador vernier:

$$\mathbf{D = (26,97 \pm 0,01)\ [mm]: 0,04\%}$$

$$\mathbf{d = (6,24 \pm 0,01)\ [mm]: 0,2\%}$$

Se expresa a medida en metros (m):

$$\mathbf{D = (0,02697 \pm 0,00001)\ [m]: 0,04\%}$$

$$\mathbf{d = (0,00624 \pm 0,00001)\ [m]: 0,2\%}$$

Donde el radio (R) es equivalente a:

$$\mathbf{R = \frac{D}{2} = \frac{0,02697}{2} \quad \rightarrow \quad R = 0,013485\ (m)}$$

Tambien se tiene los valores de la masa y la medida del angulo del carril inclinado respecto a la horizontal y la medida "$\mathbf{r^2}$":

$$\mathbf{masa\ (m) = 79,76\ gr \quad \rightarrow \quad masa\ (m) = 0,07976\ (kg)}$$

$$\mathbf{\theta = 2°}$$

$$\mathbf{r^2 = (0,013485)^2 - \frac{(0,00624)^2}{4}\ (m^2)}$$

Se obtiene los valores para $\mathbf{v_0}$ y $\mathbf{w_0}$ apartir del modelo teorico (considerando que la gravedad (g) equivale a 9,8 $\mathbf{{}^{m}/_{s^2}}$) :

$$\mathbf{v_0{}^2 = 2g\sin\theta \, \frac{5 - \frac{5d^2}{4R^2}}{7 - \frac{5d^2}{4R^2}}\ x}$$

$$\therefore \quad v_0{}^2 = 2(9,8)\sin(2)\,\frac{5-\dfrac{5(0,00624)^2}{4(0,013485)^2}}{7-\dfrac{5(0,00624)^2}{4(0,013485)^2}}\,x$$

$$w_0{}^2 = \frac{v_0{}^2}{r^2}$$

$$\therefore\ w_0{}^2 = \frac{2(9,8)\sin(2)\,\dfrac{5-\dfrac{5(0,00624)^2}{4(0,013485)^2}}{7-\dfrac{5(0,00624)^2}{4(0,013485)^2}}\,x}{(0,013485)^2-\dfrac{(0,00624)^2}{4}}$$

Donde la inercia “I” para esta esfera corresponde a:

$$I_c = \frac{2mR^2}{5} \quad \rightarrow \quad \therefore I_c = \frac{2(0,07976)(0,013485)^2}{5}$$

De esta forma se presenta a comprobar si la energia es conservativa en el movimiento, representando la equivalencia de la potencial a la cinetica de traslacion y rotacion, respecto al recorrido “x” dada por la ecuacion:

$$m\,g\,x\,\sin\theta = \frac{1}{2}mv_0{}^2 + \frac{1}{2}\,I_c w_0{}^2$$

Se toman los datos experimentales de la distancia recorrida de la esfera respecto al tiempo desde el reposo expresada en S.I:

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
x (m)	0,063	0,071	0,088	0,112	0,143	0,183	0,231	0,286	0,35	0,421
t (s)	0	0,05	0,1	0,15	0,2	0,25	0,3	0,35	0,4	0,45

Estableciendo un sistema de referencia donde “x” inicial, representa la maxima distancia respecto a la medida del carril, y “x” final la minima distancia que tiende a valer 0. De misma forma los valores de la energia potencial y cinetica de traslacion y rotacion, estableciendo sus ecuaciones respecto a “x”:

$$U = m\,g\,x\,\sin\theta = (0,07976)\,(9,8)\,x\,\sin(2)$$

$$KT = \frac{1}{2} m{v_0}^2 = \frac{1}{2}(0,07976)2(9,8)\sin(2)\left[\frac{5 - \frac{5(0,00624)^2}{4(0,013485)^2}}{7 - \frac{5(0,00624)^2}{4(0,013485)^2}}\right] x$$

$$KR = \frac{1}{2} I_c {w_0}^2 = \frac{1}{2} \times \frac{2(0,07976)(0,013485)^2}{5} \times \frac{2(9,8)\sin(2)\frac{5 - \frac{5(0,00624)^2}{4(0,013485)^2}}{7 - \frac{5(0,00624)^2}{4(0,013485)^2}} x}{(0,013485)^2 - \frac{(0,00624)^2}{4}}$$

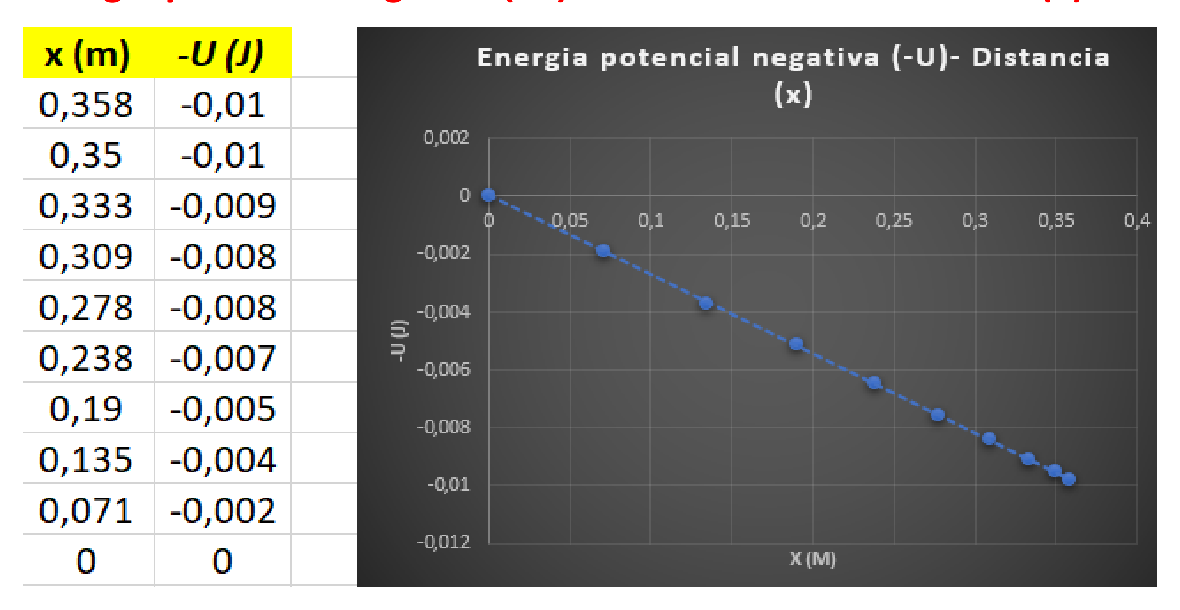
Obteniendo la tabla de datos solicitada, donde se redondea el valor a la diezmilésima para su consideración optima:

x (m)	t (s)	U (J)	KT (J)	KR (J)	E (J)
0,358	0	0,0098	0,0069	0,0029	0
0,35	0,05	0,0095	0,0067	0,0028	0
0,333	0,1	0,0091	0,0064	0,0027	0
0,309	0,15	0,0084	0,0059	0,0025	0
0,278	0,2	0,0076	0,0053	0,0022	0
0,238	0,25	0,0065	0,0046	0,0019	0
0,19	0,3	0,0051	0,0036	0,0015	0
0,135	0,35	0,0037	0,0026	0,0011	0
0,071	0,4	0,0019	0,0013	0,0006	0
0	0,45	0	0	0	0

GRAFICAS Y RESULTADOS:

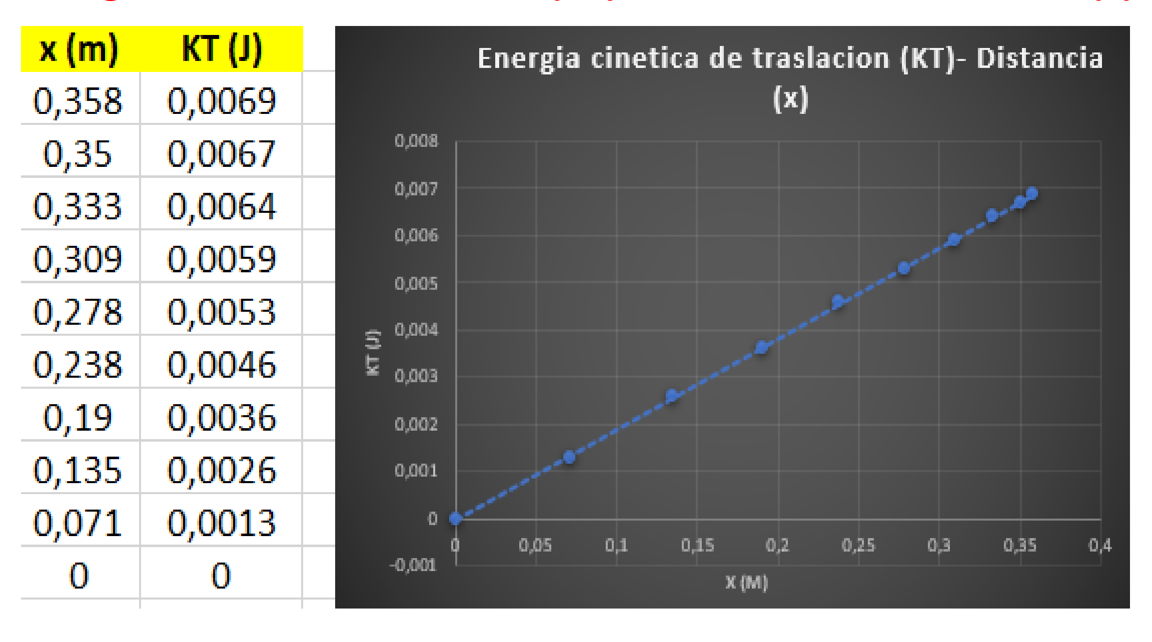
A continuación, se elabora una tabla con su respectiva grafica de -U, KT, KR, E, KT+KR, en función de la posición "x" observando su comportamiento.

Energía potencial negativa (-U) en función de la distancia (x):



x (m)	*-U (J)*
0,358	-0,01
0,35	-0,01
0,333	-0,009
0,309	-0,008
0,278	-0,008
0,238	-0,007
0,19	-0,005
0,135	-0,004
0,071	-0,002
0	0

Energía cinética de traslación (KT) en función de la distancia (x):



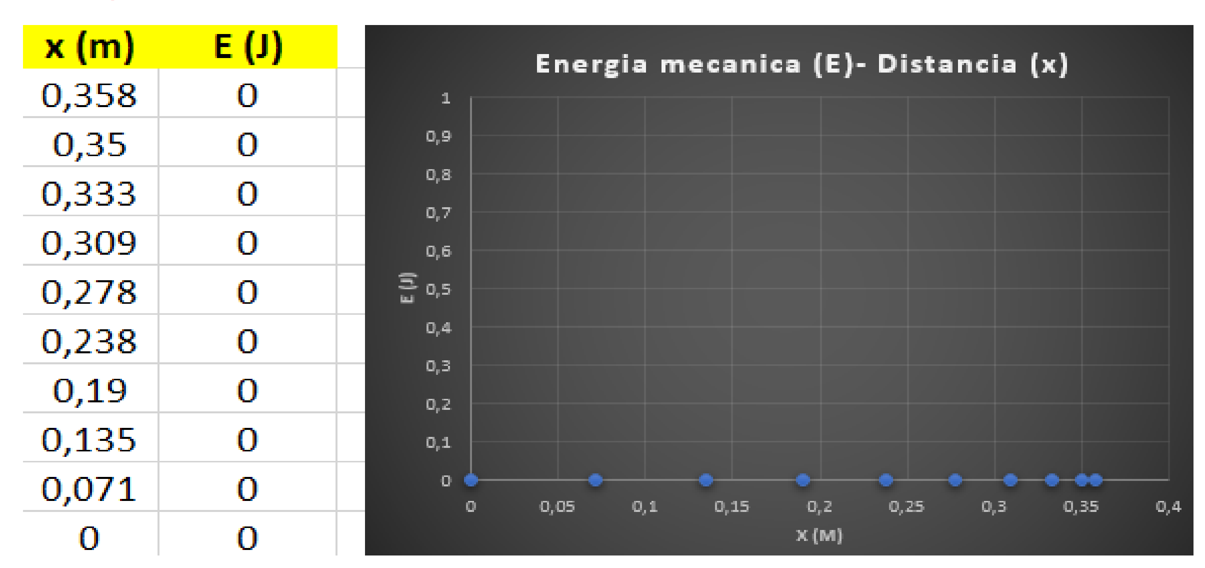
x (m)	KT (J)
0,358	0,0069
0,35	0,0067
0,333	0,0064
0,309	0,0059
0,278	0,0053
0,238	0,0046
0,19	0,0036
0,135	0,0026
0,071	0,0013
0	0

Energía cinética de rotación (KR) en función de la distancia (x):

x (m)	KR (J)
0,358	0,0029
0,35	0,0028
0,333	0,0027
0,309	0,0025
0,278	0,0022
0,238	0,0019
0,19	0,0015
0,135	0,0011
0,071	0,0006
0	0

Energía mecánica (E) en función de la distancia (x):

x (m)	E (J)
0,358	0
0,35	0
0,333	0
0,309	0
0,278	0
0,238	0
0,19	0
0,135	0
0,071	0
0	0



Energía cinética total (ET+EK) en función de la distancia (x):

x (m)	KT+KR (J)
0,358	0,0098
0,35	0,0095
0,333	0,0091
0,309	0,0084
0,278	0,0075
0,238	0,0065
0,19	0,0051
0,135	0,0037
0,071	0,0019
0	0

¿LA ENERGIA SE CONSERVA?

La energía si se conserva, debido a que se evidencia que el valor representativo de la energía mecánica siempre tiende a 0, por lo que se cumple el teorema para una fuerza de fricción despreciable y se considera que la esfera presenta una condición de rodar sin deslizar en este movimiento, presentando la equivalencia respecto al valor "x" donde la esfera al partir del reposo en el punto superior del carril inclinado presenta únicamente energía potencial, pero se va convirtiendo en energía cinética a lo largo del carril de longitud "x" para este cuerpo sólido, manifestado en energía cineteca de traslación y rotación, cumpliendo con la ley de conservación de energía para este sistema físico, mencionando que esta "no se crea ni se destruye, solo se transforma".

CONCLUSIONES:

Se evidencia que la energía es conservativa presentado en la tabla de análisis, debido a que en la energía mecánica total (E) no se evidencia una variación distinta de 0 a esta, comprobando que la energía potencial se transforma en cineteca a lo largo del carril "x"

También se observa respecto a las graficas que el valor de las energías respecto a la distancia del carril "x" tienden a ser lineales, y que para la energía mecánica total no se evidencia una variación en el tramo del movimiento.

Refutando el principio de conservación de energía para el movimiento de la esfera sólida, finalizando la práctica.

BIBLIOGRAFIA:

-Cartilla, laboratorio de física básica I UMSS

-Sitio(s) web, información de "Movimiento de rodar en plano inclinado":
http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica3/solido/rodar_3/inclinado_horizontal.html

ANEXOS:

Imágenes dispuestas por el docente, del movimiento de una esfera solida en un plano inclinado evidenciando datos de posición recorrida respecto al tiempo (imágenes entre lapsos de tiempo de 0,05 segundos).

Desde el punto de partida formando 10 datos.

1)



2)



3)



4)



5)



6)



7)



8)



9)



10)

